

ترجمه انگلیسی این مقاله با عنوان:

The Effect of Angle on the Performance of Awnings in Reducing Glare in Architectural Studios: A Case Study in Yazd City

در همین شماره به چاپ رسیده است.

تأثیر زاویه بر عملکرد سایبان ها در جهت کاهش خیرگی در آتلیه های معماری (نمونه مطالعاتی : شهر یزد) *

زهره سلحشور^۱، مهناز محمودی زرنندی^{۲**}، سید علی نوری^۳، ندا ضیابخش^۴

۱. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

معماری و انرژی

مقاله پژوهشی

چکیده:

نور روز به عنوان رویکرد غیرفعال نقش مهمی در کاهش انرژی و تأثیر مستقیمی بر روی جسم و روان استفاده کنندگان دارد. استفاده درست آن سبب آسایش بصری می شود. اما متأسفانه در فضای آموزشی به ویژه در آتلیه های معماری در اثر تابش بیش از حد نور طبیعی بر روی مانیتورها شاهد پدیده ای با عنوان خیرگی می باشیم. از این رو استفاده از سایه اندازها می تواند این معضل را تا حدود زیادی برطرف کند. هدف از این مقاله بررسی تأثیر زاویه در سایبان ها در جهت کاهش خیرگی است. در ابتدا فایل EPW به نرم افزار climate consultant 6.0 اعمال شد و نمودارهای مورد نیاز استخراج گردید. روش تحقیق مقاله توصیفی و تحلیلی است. داده ها به دو دسته داده های کمی و کیفی تقسیم می شوند. داده های کیفی از مقالات نوشته شده در این زمینه استخراج شده است و داده های کمی شامل اعداد و ارقامیست که از محیط شبیه سازی استخراج شده است. در این مقاله کلاس درسی با ابعاد ۸ در ۷ با نسبت ۳۰ درصد مساحت پنجره به نما در اقلیم شهر یزد در محیط راینو طراحی و به محیط گرس هاپر ورژن ۱,۶ اعمال شده است و خروجی های آنالیز نور نیز با برنامه رادیانس استخراج شده و کلیه خروجی ها در قالب جدول و نمودار تهیه شده است. طی نتایج استخراج شده در اقلیم گرم و خشک یزد مشاهده می شود، زاویه ۱۵ درجه سطح روشنایی مطلوب را فراهم کرده و خیرگی را به حداقل ممکن خود می رساند. این زاویه بهترین تعادل بین توزیع یکنواخت نور و آسایش بصری را ایجاد می کند و می تواند به عنوان راهنمای طراحی فضاهای آموزشی در چنین اقلیم هایی مورد استفاده قرار گیرد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۸/۱۸

تاریخ بازنگری:

//

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۹/۲۳

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۱۱/۲۷

واژگان کلیدی:

نور طبیعی،

آسایش بصری،

خیرگی،

آتلیه معماری،

سایبان.

* این مقاله از متن رساله دکتری معماری نویسنده اول با عنوان " مدل یابی پارامتریک عناصر نورگذر آتلیه های طراحی دیجیتال در جهت کاهش خیرگی (عرض جغرافیایی ۲۷ تا ۳۹) " در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسندگان سوم و چهارم تدوین شده است.

**

نویسنده مسئول : +989123115803, m_mahmoodi@iauu.ac.ir

مقدمه

پنجره نقش مهم و تأثیرگذاری بر کیفیت هوای داخل ساختمان، روشنایی و رضایت بصری دارد و بر سیستم‌های روشنایی مصنوعی تأثیر می‌گذارند (1 2025 ، Muna Alsukkar Colleagues) بهره‌گیری از نور طبیعی در سالهای اخیر به عنوان یک استراتژی حیاتی برای کاهش مصرف انرژی در فضاهای معماری محسوب می‌شود. با توجه به این موضوع دانشجویان به ویژگی دانشجویان معماری ۳۰ درصد زمان خود را در کلاس سپری می‌کنند بهره‌گیری از نور طبیعی دارای اهمیت فراوانی است. (فدایی و همکاران؛ ۱۳۹۷، ۲۵) نور روز شرایط فیزیکی، رفتار و خلق و خور را بهبود می‌بخشد و بر بینایی و سلامت چشم تأثیر دارد. در مقابل کمبود نور کافی باعث ناراحتی بصری و در نتیجه کاهش درک می‌شود (2 2025 Zhenxiang Ling & Colleagues) نور طبیعی بیش از حد سبب بحران‌هایی از جمله خیرگی در کلاس‌های آموزشی می‌شود از این رو تأمین آسایش بصری به ویژه برای دانش پژوهان دارای اهمیت بسیار زیادی از جمله سلامتی جسمی و روانی می‌باشد. در بین فضاهای آموزشی تأمین آسایش بصری در آتلیه‌های معماری به سبب نیاز شدید به نور طبیعی دارای اهمیت بسیار زیادی است. به طور کلی شاخص‌های بصری به دو دسته استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شود. شاخص‌های دینامیک به کمک مدل‌سازی نور طبیعی در برنامه‌های شبیه‌سازی انجام می‌شود و شاخص دینامیک با در نظر گرفتن پارامترهای دینامیک انجام می‌شود. (زهره و مردیان و همکاران، ۱۳۹۸، ۲۰۶)

خیرگی یا ناراحتی نور روز پدیده‌ایست که در فضاهای آموزشی و فضاهای اداری بیشتر رخ می‌دهد و سبب ناراضی‌ت استفاده کنندگان می‌شود. به طور کلی پنجره‌ها بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارند و آسایش حرارتی، روشنایی و بصری را فراهم می‌کنند. یک دستگاه سایه‌بان به عنوان جزئی از سیستم پنجره، در تابستان از تابش مستقیم خورشید و گرمای بیش از حد و خیرگی فضا را محافظت می‌کند و در نتیجه بارهای سرمایشی ساختمان را کاهش می‌دهد و حریم خصوصی یا منظره‌ای به بیرون را فراهم می‌کند (127 2012 & Svetlana Olbina Colleagues) راهکارهای مختلفی برای مقابله با آن وجود دارد از جمله استفاده کردن از سایه اندازها مانند سایبان و یا رف‌های نوری

است. هدف از این مقاله بررسی تأثیر زاویه در سایبان‌ها در جهت کاهش خیرگی در آتلیه‌های معماریست. برای این منظور سه زاویه به ۴ جهت یک کلاس درس در اقلیم یزد اعمال شده است.

پیشینه تحقیق

در زمینه طراحی مناسب سیستم روشنایی طبیعی پژوهش‌های گسترده‌ای صورت گرفته است. روشنایی طبیعی یکی از مؤلفه‌های کلیدی در معماری پایدار به شمار می‌رود. نور روز نه تنها نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین روشنایی و کاهش مصرف انرژی دارد، بلکه تأثیر مستقیمی بر سلامت، تمرکز و بازدهی کاربران فضاهای آموزشی می‌گذارد. در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی رابطه میان کیفیت نور روز، آسایش بصری و عملکرد یادگیری در کلاس‌های درس پرداخته‌اند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که تنها تأمین شدت روشنایی کافی برای دستیابی به آسایش بصری کافی نیست، بلکه کنترل خیرگی، توزیع یکنواخت نور و هماهنگی طراحی با شرایط اقلیمی نیز اهمیت دارد. در ادامه تعدادی از پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه مطرح شده است. در مقاله‌ی "مقایسه عملکرد انواع سایبان ثابت در جهت کنترل نور روز ساختمان (مطالعه موردی: جبهه جنوبی در اقلیم یزد)" که توسط طاهره نصر و همکاران در سال ۱۴۰۱ نوشته شده به بررسی عملکرد انواع سایبان‌های ثابت در اقلیم گرم و خشک یزد با استفاده از نرم‌افزارهای Rhino ، Grasshopper و Ladybug و Ecotect پرداخته است.

نتایج نشان داد سایبان‌های هندسی و افقی بیشترین تأثیر را در کاهش تابش مستقیم و کنترل نور روز دارند. این نتایج با اصول معماری سنتی ایران هم‌راستا بوده و نشان می‌دهد ترکیب الگوهای بومی با فناوری‌های مدرن می‌تواند راهکاری مؤثر برای کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش بصری باشد. در مقاله‌ای که توسط محمد جواد محمود نژاد و همکاران در این زمینه با عنوان ارزیابی تأثیر فرم پنجره در کیفیت نور فضاهای آموزشی در اقلیم BWk در سال ۱۳۹۹ نوشته شده است به بررسی طراحی نور روز کلاس‌های آموزشی پرداخته است و بیان می‌کند فرم و ابعاد پنجره تأثیر مستقیمی بر کیفیت روشنایی و میزان خیرگی دارد. در یک مطالعه بر روی اقلیم نیمه‌بیابانی BWk ، کلاس‌های واقع در سمنان با استفاده

از نرم افزارهای Honeybee Plus، Ladybug و شبیه سازی شدند تا تأثیر فرم های مختلف پنجره و ارتفاع نصب آن بر شاخص های روشنایی و خیرگی پرداخته است طی نتایج نشان شد پنجره های مستطیل افقی در جبهه جنوبی همراه با سایبان عملکرد بهتری در کنترل خیرگی و تأمین نور طبیعی دارند. همچنین مشخص شد که ارتفاع ۱۸۰ سانتی متر برای پنجره، وضعیت خیرگی را در حد نامحسوس حفظ می کند و چیدمان مبلمان و تابلو در کلاس نیز به اندازه فرم پنجره در آسایش بصری مؤثر است. در مجموع، این پژوهش ضعف الگوی پیشنهادی سازمان توسعه و تجهیز مدارس ایران را از نظر کارایی بصری در اقلیم BWk نشان می دهد و بر لزوم بازنگری در طراحی نور روز مدارس تأکید دارد.

در مقاله "ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس های درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعه موردی: دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی" که توسط محمد جواد مهدوی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۷ نوشته شده به بررسی، نقش طراحی صحیح سایبان ها و پنجره ها در بهبود کیفیت نور روز و کنترل خیرگی پرداخته است. پژوهش با رویکرد ترکیبی شامل اندازه گیری میدانی و شبیه سازی انجام شد و شاخص های ایستا و پویا برای تحلیل نور طبیعی و خیرگی به کار گرفته شدند. نتایج نشان دادند که شاخص های $UDI (300-3000 \text{ lx}, 50\%)$ برای ارزیابی روشنایی مطلوب و SVD برای تحلیل خیرگی شاخص های مناسبی هستند. بر اساس یافته ها، کلاس های با جهت گیری شمال شرقی بهترین وضعیت آسایش بصری را برخوردارند. همچنین مشخص شد که استفاده از سایبان متحرک در جبهه جنوبی برای کنترل خیرگی و تأمین نور کافی ضروری است، در حالی که سایبان های ثابت به دلیل کاهش بیش از حد نور روز، گزینه ی مطلوبی نیستند. این نتایج اهمیت تحلیل دقیق جهت گیری، نوع سایبان و شاخص های ارزیابی در طراحی فضاهای آموزشی را نشان می دهد.

در مقاله ای با عنوان "بررسی کارایی شاخص های نور روز در ارزیابی کیفیت آسایش بصری کاربران (مطالعه موردی: فضاهای آموزشی دانشکده های معماری شهر تهران)" که توسط زمریدیان و همکاران در سال ۱۳۹۸ نوشته شده است به بهره گیری از نور طبیعی در فضاهای آموزشی علاوه بر اثر مثبت بر تمرکز و کیفیت یادگیری، در صورت کنترل نشدن پرداخته

است و بیان می کنند نور طبیعی می تواند منجر به خیرگی و نارضایتی بصری شود. در یک مطالعه تطبیقی بر آتلیه های طراحی معماری در دانشگاه های تهران، دو روش شبیه سازی شاخص های روشنایی و مطالعات میدانی مبتنی بر پرسشنامه کاربران مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که میان شاخص های روشنایی، بیشترین همبستگی با ادراک کاربران به شاخص $Ep (100-300 \text{ lx})$ مربوط است و شاخص های $EP-LEED$ ، sDA و UDI نیز رفتار مشابهی نشان دادند. در مقابل، شاخص های خیرگی همبستگی ضعیفی با تجربه واقعی کاربران داشتند. همچنین مشخص شد که استفاده از حدود $(UDI (300-3000 \text{ lx}, 50\%) > 75\%)$ و $ASE (1000 \text{ lx}, 250 \text{ h} < 10\%)$ می تواند در تشخیص فضاهای مطلوب از نظر نور و خیرگی مؤثر باشد. این یافته ها بر ضرورت ترکیب روش های شبیه سازی با ارزیابی های انسانی برای دستیابی به طراحی نوردوست در فضاهای آموزشی تأکید دارند.

در مقاله "بررسی و تحلیل کارایی شاخص های پویای ارزیابی عملکرد نور روز (کفایت نور روز و روشنایی مفید نور روز)" از طریق تحلیل حساسیت، مورد مطالعاتی: کلاس درس ابتدایی در تهران که توسط مفیدی شمیرانی و همکاران در سال ۱۳۹۹ نوشته شده، بیان می کنند در سال های اخیر، با گسترش رویکرد ساختمان های پایدار و کم انرژی، ارزیابی دقیق عملکرد نور روز اهمیت ویژه ای یافته است. در این راستا، پژوهشی با هدف مقایسه کارایی شاخص های پویای نور روز شامل DA ، UDI ، sDA ، $sUDI$ و شاخص های فضاهای آموزشی انجام شد. شبیه سازی ها در محیط Grasshopper با پلاگین های Ladybug و Honeybee و با تغییر نسبت سطح پنجره به دیوار در مدل یک کلاس درس در تهران انجام گرفت. نتایج نشان داد که نبود حد بالا در شاخص DA موجب کاهش ارتباط آن با پارامترهای آسایش بصری می شود، در حالی که شاخص UDI به دلیل همبستگی با شاخص های خیرگی و انرژی، عملکرد بهتری در پیش بینی رضایت بصری و مصرف انرژی دارد. همچنین مشخص شد که شاخص $sUDI$ برای دستیابی به دقت مشابه UDI_{avg} نیازمند شبکه ای متراکم تر از نقاط حسگر و در نتیجه زمان محاسبه ی بیشتر است؛ بنابراین شاخص UDI_{avg} برای فضاهای کوچک تر گزینه

سایه‌انداز مناسب می‌تواند با بهبود توزیع روشنایی، کاهش خیرگی و کنترل تابش مستقیم، شرایط مطلوب‌تری برای یادگیری فراهم کند.

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که بهره‌گیری از سیستم‌های سایه‌انداز ثابت، متحرک و پویا موجب کاهش وابستگی به نور مصنوعی و ارتقای کیفیت محیط‌های داخلی می‌شود. این پژوهش با رویکرد توصیفی-تحلیلی و مرور مطالعات موفق داخلی و خارجی، به بررسی تأثیر این سیستم‌ها در بهینه‌سازی نور روز در کلاس‌های درس پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد تلفیق فناوری‌های نوین با طراحی اقلیمی و چیدمان مناسب می‌تواند به ایجاد فضاهای آموزشی پایدار، هوشمند و کارآمد منجر شود. با توجه مطالعات صورت گرفته پژوهشی در زمینه تأثیر زاویه سایبان‌ها در جهت کاهش خیرگی در فضاهای آتلیه‌های معماری صورت نگرفته است.

روش تحقیق

روش تحقیق مقاله به دو دسته داده‌های کمی و کیفی تقسیم می‌شود. داده‌های کمی شامل اعداد و ارقامیست که از برنامه‌های بی و لیدی باگ ورژن ۱,۶ و با کمک رادپانس استخراج شده است. داده‌های کیفی شامل اطلاعاتیست که از مقالات نوشته شده در این زمینه استخراج شده است. در ابتدا نمودارهای تابش پراکنده؛ نمودار دما، نمودار مسیر حرکت خورشید، مسیر تابش آفتاب در نرم افزار climate consultant 6.0 استخراج و متغیرهای بیان شده به حجم شبیه‌سازی اعمال شده است.

در این مقاله یک آتلیه معماری به ابعاد ۸ در ۶ با نسبت ۳۰ درصد مساحت پنجره‌ها به نما در محیط راینو ورژن ۶ شبیه‌سازی شده است. (شکل شماره ۱)

• ضوابط استاندارد روشنایی CIBSE

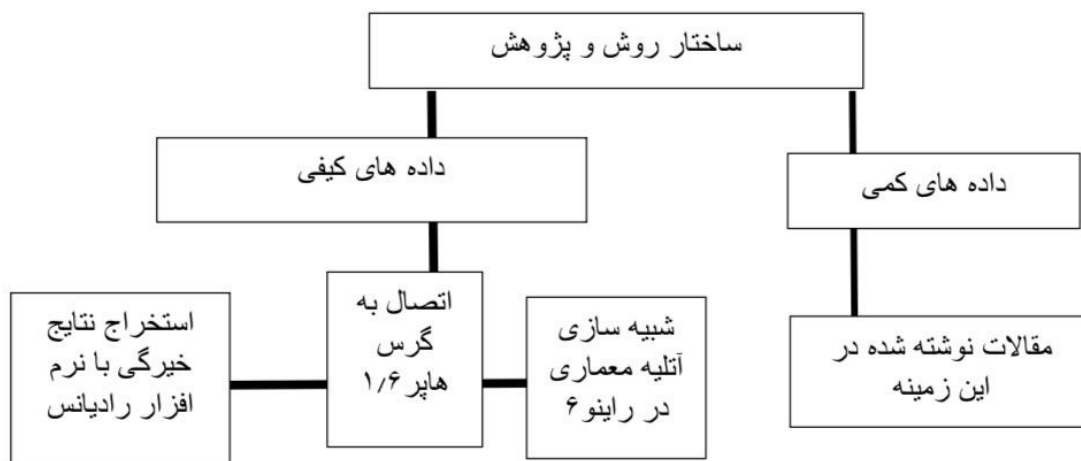
در ارزیابی کیفیت نور روز در فضاهای آموزشی، شاخص‌های مختلفی از جمله ضریب روشنایی روز (DF) خودکار بودن روشنایی روز (DA) و روشنایی مفید نور روز (UDI) به‌عنوان معیارهای اصلی شناخته می‌شوند (CIBSE, 2014, p. 15). هر یک از این شاخص‌ها دارای حدود استاندارد مشخصی هستند که در مطالعات مرتبط با نور روز و آسایش بصری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Nabil & Mardaljevic, 2006, p. 906; Mardaljevic, 2005, p. 100).

مناسب‌تری است. این نتایج بر برتری شاخص‌های مبتنی بر UDI نسبت به DA در ارزیابی جامع روشنایی و آسایش بصری فضاهای آموزشی تأکید دارد.

در مقاله‌ای با عنوان "کاربرد نور روز به عنوان مهمترین شاخص آسایش بصری در مدارس از نظر کاربران" که توسط شاهین حیدری و همکاران در سال ۱۳۹۰ انجام شده است به بررسی ارزیابی هندسی کلاس‌ها، بازشوها، سایبان‌ها و اندازه‌گیری شدت نور در سطح میزها پرداخته است. نتایج نشان دادند که گرچه میزان نور روز در بیشتر کلاس‌ها در حد قابل قبول است، توزیع نوری یکنواخت نبوده و خیرگی و انعکاس‌های سطحی موجب کاهش کیفیت دید و تمرکز در فعالیت‌های خواندن و نوشتن می‌شود. با وجود رضایت کلی دانش‌آموزان از روشنایی طبیعی، این مطالعه بر ضرورت طراحی هدفمند بازشوها و استفاده خلاقانه از نور روز در جهت ارتقای کیفیت بصری و کاهش اثرات منفی نور طبیعی در کلاس‌های درس تأکید دارد.

در مقاله با عنوان "ارزیابی شرایط متغیرهای موثر بر آسایش بصری نوری در فضاهای آموزشی دانشگاه صنعتی شاهرود" که توسط نیکزاد و همکاران در سال ۱۳۹۹ نوشته شده بیان می‌کنند نور روز نقش مهمی در کیفیت فضاهای آموزشی دارد و تأمین آسایش بصری در کنار بهره‌گیری از نور طبیعی ضروری است. این پژوهش با هدف ارزیابی شرایط روشنایی و خیرگی (DGP) در ۹ کلاس از سه دانشکده دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از نرم‌افزار Grasshopper و پلاگین Honeybee صورت گرفت. نتایج نشان داد تنها یکی از کلاس‌ها از نظر روشنایی با استانداردهای CIBSE تطابق دارد و در برخی کلاس‌ها خیرگی ناشی از انعکاس و زاویه نامناسب تابش مشاهده شد. یافته‌ها بیانگر آن است که با اصلاح چیدمان داخلی و کنترل سایه‌اندازی می‌توان کیفیت روشنایی را بهبود بخشید؛ همچنین کم‌توجهی به طراحی تخصصی نور در فضاهای آموزشی یکی از عوامل اصلی کاهش آسایش بصری است.

در مقاله با عنوان "بررسی نقش و عملکرد سیستم‌های سایه‌انداز در جهت بهینه‌سازی نور طبیعی در فضاهای آموزشی" که توسط محمدصابر حیدری و همکاران نوشته شده، بیان می‌کنند نور روز از عوامل مؤثر بر کیفیت فضاهای آموزشی، آسایش بصری و بهره‌وری انرژی است. استفاده از سیستم‌های



شکل شماره ۱) روش تحقیق

عملکرد نور روز در فضاهای آموزشی زمانی حاصل می شود که دست کم ۸۰٪ از ساعات کاری در محدوده ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس قرار دارد. (Nabil & Mardaljevic, 2006, p. 912; Mardaljevic, 2005, p. 107)

○ شاخص DGP یکی از اصلی ترین سنجش خیرگی پویا است و باید برای ارزیابی واقعی شرایط روشنایی روز در فضاهای داخلی (مثل کلاس ها و دفاتر) به کار رود، زیرا برخلاف شاخص های ایستا، تغییرات شدت نور در طول روز و سال را در نظر می گیرد (CIBSE, 2014; LG10: Daylighting – A Guide for Designers)

و به ۴ محدوده تعریف می شود که عبارتند از:

۱. $DGP < 0.35$ → خیرگی محسوس نیست (Visual Comfort Zone)
۲. $0.35 \leq DGP < 0.40$ → خیرگی قابل قبول
۳. $0.40 \leq DGP < 0.45$ → خیرگی آزاردهنده
۴. $DGP \geq 0.45$ → خیرگی شدید و غیر قابل قبول (Wienold & Christoffersen, 2006; adopted in CIBSE AM11: Building Performance Simulation, 2015)

خیرگی: glare معیاری برای پیش بینی میزان نامطلوب نور روز است و در محدوده ۱۶ تا ۲۲ قرار می گیرد. (گودرز اردکانی و همکاران، ۱۴۰۴، ۴۵) در واقعه خیرگی با تغییر در شدت و کیفیت بهره گیری از نور طبیعی در افراد حاضر می تواند تاثیر های مختلفی به حاضرین بگذارد. شدت بیش از حد نور طبیعی روز می تواند باعث پدیده ای به نام خیرگی شود. (فدایی و

بر اساس راهنمای CIBSE E LG10: Daylighting – A Guide for Designers و پژوهش های تکمیلی، حدود مجاز و تفسیر هر شاخص به شرح زیر است:

○ ضریب روشنایی روز (DF) که مخفف Daylight Factor است. نسبت روشنایی داخلی به روشنایی خارجی در شرایط آسمان ابری استاندارد را بیان می کند. که اگر این فاکتور زیر ۲ درصد باشد فضا نیاز به نور مصنوعی دارد و اگر بین ۲ تا ۵ درصد باعث عدم نیاز به نور مصنوعی و بیشتر از ۵ درصد شاهد خیرگی در فضا می باشیم (CIBSE, 2014, pp. 23–25).

○ خودکار بودن روشنایی روز: (DA) مخفف عبارت Daylight Autonomy است. درصدی از زمان که روشنایی حاصل از نور روز از مقدار هدف (معمولاً ۳۰۰ لوکس) فراتر می رود. (Reinhart et al., 2006, p. 10) براساس این ضوابط این فاکتور تا ۵۵ درصد سطح کلاس قابل قبول می باشد و بیشتر از آن باعث خیرگی در فضا می شود.

○ روشنایی مفید نور روز (UDI): که مخفف عبارت Useful Daylight Illuminance است. بازه ای از روشنایی را که برای کاربران مفید است اندازه گیری می کند که در بازه ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ می باشد و به دو دسته UDI_{low} و UDI_{UP} تقسیم می شود که UDI_{low} حد پایین ۱۰۰ لوکس و احتمال کمبود نور و UDI_{UP} حد بالا ۲۰۰۰ و احتمال خیرگی را نمایش می دهد. مطالعات نشان می دهند بهترین

UDI: این فاکتور مخفف کلمه useful Daylight illuminance و به معنی روشنایی مفید نور روز است که به عبارتی روشنایی نور طبیعی در دسترس است که بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ نور قابل دسترس است که به دو دسته UDI_low و UDI_up تقسیم می شود که کمترین و بیشترین مقدار این فاکتور می باشد که در این بین ۳۰۰ لوکس کمترین مقدار و ۳۰۰۰ بیشترین مقدار آن است. (محمد جواد محمود نژاد و همکاران، ۱۴۰۱، ۷)

DGP: حتمال خیرگی نور روز که توسط وینولد کریستوفرسن در سال ۲۰۰۵ معرفی شد. (Issam Khele & Colegas, 2024, 5) مخف کلمه Daylight glare probability که به عنوان یکی از فاکتورهای اساسی برای تشخیص خیرگی است. (شاهمرادی و همکاران، ۱۴۰۱، ۵) که براساس ضوابط سیبسی دارای حد و حدودی است که بیشتر از آن باعث ایجاد خیرگی می شود و در مقابل آن آسایش بصریست. که در فرهنگ نامه معین آسایش به معنی راحتی، آسودگی، استراحت و "بصر" نیز دیده و چشم بیان شده است. از این رو آسایش بصری را می توان به مکانی توصیف کرد راحتی چشم که دارای شرایط سالم تر و ایمن تر است. (رضایی و همکاران، ۱۳۹۸، ۴)

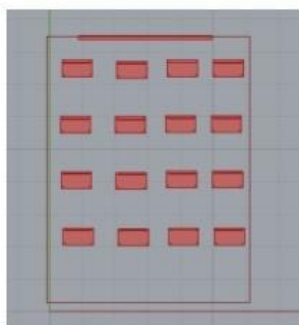
سایبان ها: سایبان ها یا آفتاب گیرها عناصری هستند که با بهره گیری از تفاوت فصلی بر روی پنجره ها و بر روی سطح شفاف ساختمان سایه ایجاد می کنند و در فصل سرد سال نیز اجازه نفوذ اشعه خورشید به داخل ساختمان را می دهد. به طور کلی سایبان های خارجی تا ۹۰ درصد و سایبان های داخلی ۲۰ تا ۲۵ درصد مانع تابش نور به فضای داخلی می شوند. سایبان ها به طور کلی به دو دسته سایبان های ثابت و متحرک تقسیم می شود (ناصری و همکار، ۱۴۰۱) دستگاه های سایه بان ثابت از نظر هندسه، عناصر ایستا هستند؛ جنس و ویژگی های نوری آنها می تواند تابش مستقیم خورشید را تجزیه و اجازه دهد مقادیر کافی از نور پراکنده به فضاهای عمیق هدایت شود و تابش خیره کننده را کاهش دهد، وضعیت بصری را بهبود ببخشد و دارای اشکال مختلفی مانند برآمدگی های افقی، کرکره ها، باله های عمودی، صفحات

همکاران؛ ۱۳۹۷، ۲۸) به عبارت دیگر خیرگی به عنوان شرایط خاصیت که می تواند سبب ناراحتی دید شود و قابلیت شناسایی اشیا را کاهش دهد نیز محسوب می شود. (محبوبه پور احمد و همکاران، ۱۳۹۸، ۱۱۵) "خیرگی" پدیده ای است که باعث ناراحتی بصری در فضا می شود و ناشی از تابش بیش از حد نور از منابع نور مصنوعی یا طبیعی است (Fatemeh Delkhosh & Colegas 2025 6) صرفاً افزایش عملکرد نور روز می تواند خطرات خیرگی را افزایش دهد و طراحان را ملزم به تعادل بین سطوح روشنایی، کنترل خیرگی و یکنواختی نور می کند. (Yuxin Zhou & Colegas 2026 2)

ارزیابی خیرگی در فضا به دو صورت میدانی و از طریق شبیه سازی های مرتبط با این موضوع انجام می شود. در حالت شبیه سازی با دادن اطلاعات به سیستم خیرگی ارزیابی می شود و در حالت میدانی از نمونه های موجود استفاده می شود (گودرز اردکانی و همکاران، ۱۴۰۴، ۴) معیار خیرگی به طور کلی به دو دسته معیار ایستا و معیارهای پویا تقسیم می شود. معیارهای ایستا که وابسته به زمان هستند، شامل فاکتور نورروز (DF)، اتونومی نورروز (DA)، شاخص روشنایی مفید نورروز (UDI) است. معیارهای پویای نورروز شامل، اتونومی نورروز در حالت فضایی (sDA) و شاخص سالانه مربوط به قرارگیری در معرض تابش خورشید (ASE)، (DGP) احتمال خیرگی ناشی از نور روز، درجه یکنواخت خیرگی (UGR)، (DGI) شاخص خیرگی نور روز می باشد. تفاوت اصلی میان این دو معیار ایستا و پویای نور روز در این است که معیارهای پویا داده های هواشناسی، مقدار نورروز و میزان تفاوت روزانه و فصلی آن را برای یک ساختمان خاص در طول یک سال در نظر می گیرند. (طاهباز و همکاران، ۱۴۰۱، ۵۷) فاکتورهای بررسی شده در زمینه خیرگی عبارتند از:

DF: این فاکتور مخفف Daylight factor است و نسبت روشنایی در یک موقعیت مشخص درون فضا به میزان روشنایی یک نقطه در بیرون از فضا در شرایط هوا ابریست این ضریب می تواند برای یک نقطه از اتاق یا به صورت متوسط در یک فضا را تعیین می کنند. (گودرز اردکانی و همکاران، ۱۴۰۴، ۴) استقلال نور روز DA: (DA) استقلال نور روز (DA)؛ این به عنوان درصد ساعات اشغال شده در یک سال تعریف می شود که حداقل روشنایی تنها با نور روز تأمین می شود (Amir Tabadkani & Colleagues 2018 3)

است. (شکل شماره ۳)



شکل شماره ۳) پلان کلاس شبیه سازی شده

جدول شماره ۱) ضریب انعکاسی مصالح.
مأخذ: (کارگر و همکاران : ۱۴۰۰: ۷۶)

ردیف	نوع مصالح	ضریب انعکاسی
۱	سقف	۷۰ درصد به رنگ خاکستری
۲	کف	۵۰ درصد سنگ گرانیتی
۳	دیوارهای داخلی	۸۰ درصد از نوع دیوار گچی

• ضریب انعکاس مصالح

ضریب انعکاس مصالح مطابق جدول شماره ۱ در نظر گرفته شده است.

ابعاد و اندازه پنجره ها ۳۰ درصد مساحت سطح پنجره به نما در اقلیم شهر یزد در نظر گرفته شده است. شبیه سازی در بازه ۱۲ تا ۱۵ و در انقلاب تابستان (تیرماه) که بیشترین میزان تابش آفتاب وجود دارد انتخاب شده است. سه زاویه (۱۵، ۳۰، ۴۵ درجه) به سایبان ها در محیط راینو به سایبان های شبیه سازی

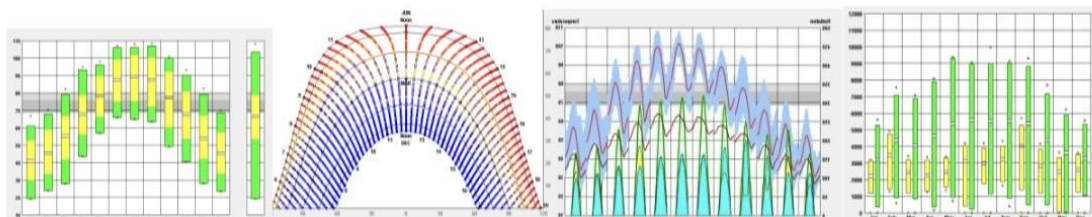
خورشیدی و جعبه تخم مرغ دارند. (Salwa M. Al- Masrani William O'Brien & Colleagues 2018 853) یکی از اهداف اصلی سایه بان ها جلوگیری از خیرگی و کنترل دریافت انرژی خورشیدی است. معیارهای اندازه گیری شده مربوط به خورشید بسیار متنوع بودند و شامل تابش خورشید بر نما، تابش افقی سراسری، روشنایی سطح کار، درخشندگی پنجره، عمق نفوذ خورشید، ساعات روزانه تابش خورشید و چندین معیار کیفی مانند "شاخص آفتاب" و "آفتابی" یا "آبری" است. دستگاه های سایه بان پنجره، که شامل سایه بان های غلتکی، کرکره های ونیزی، کرکره های عمودی یا لوورها هستند و می توانند داخلی، خارجی یا بین شیشه های پنجره باشند. (William O'Brien & Colleagues 2013 325)

• موقعیت جغرافیایی شهر یزد

یزد: استان یزد در مرکز ایران بین عرضی های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی از نصف النهار مبدأ قرار گرفته است. این استان از شمال و غرب به استان اصفهان، از شمال شرقی به استان خراسان، از جنوب غربی به استان فارس و از جنوب شرقی به استان کرمان محدود می شود. استان یزد در حدود ۷۲۱۵۶ کیلومتر مربع وسعت دارد که تقریباً ۳۷/۴ درصد از وسعت کل خاک کشور را در بر می گیرد. (شکل شماره ۲)

• محیط شبیه سازی

در این مقاله یک کلاس درس به ابعاد ۸ در ۶ در محیط راینو شبیه سازی شد و به محیط هانی بی و لیدی باگ ورژن ۱،۶ اعمال گردید. در این کلاس درس ۱۶ دانشجو حضور دارند و ارتفاع میزها به همراه مانیتورها یا سطح کار در شبیه سازی ۱۰۰ سانتی متر در نظر گرفته شده



شکل شماره ۲) نمودار تابش پراکنده؛ نمودار دما، نمودار مسیر حرکت خورشید، مسیر تابش آفتاب

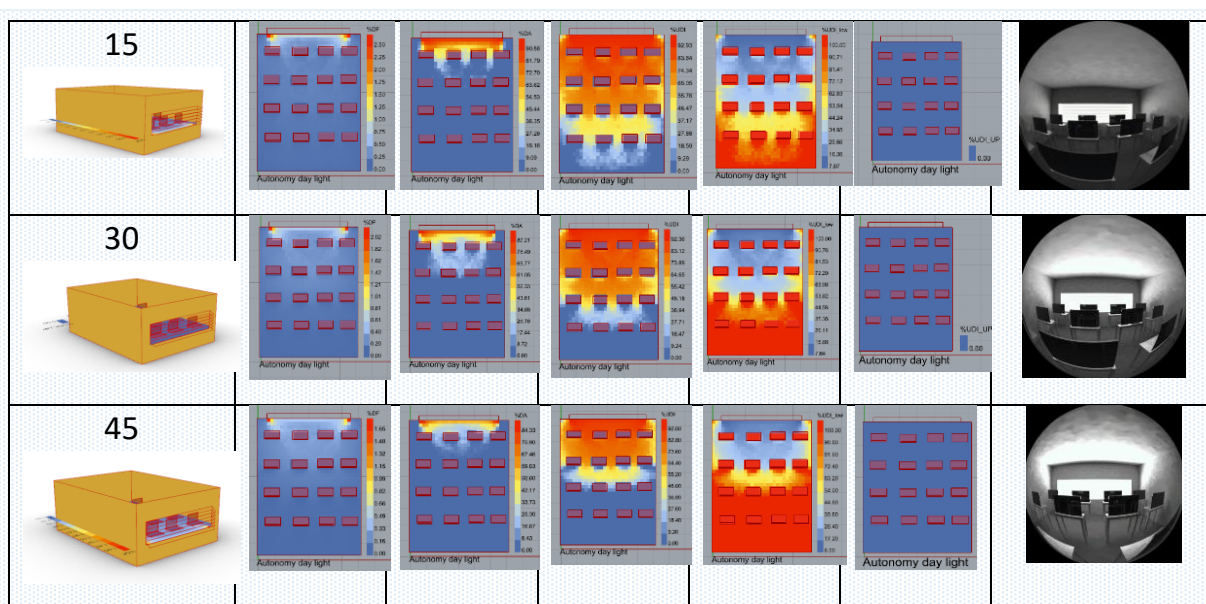


شکل شماره ۴) سه زاویه سایبان ها

میزان DA در سه زاویه کمتر از ۵۵ درصد سطح را برخوردار است که در این دو فاکتور خیرگی مشاهده نمی شود. همچنین، شاخص UDI برابر با ۴۲,۵۸ % است که بیانگر شرایط نسبتاً قابل قبول توزیع نور مفید در فضا است. با افزایش زاویه ی سایبان به 30° و 45° ، مقدار UDI به ترتیب به ۳۵ درصد و ۲۵,۴۶ درصد کاهش یافته و در مقابل، مقدار UDI_low به ترتیب ۶۴,۹۹ درصد و ۷۴,۵۳ درصد افزایش یافته است؛ به این معنا که در زوایای بالاتر، بخش قابل توجهی از زمان ها فضا در محدوده ی کم نور قرار می گیرد و به حد ۲۰

شده که در (شکل شماره ۴) نمایش داده شده اعمال گردیده است.

نتایج شبیه سازی نشان می دهد که با افزایش زاویه سایبان ها از 15° به 45° ، شاخص های روشنایی طبیعی به صورت قابل توجهی کاهش می یابند. (شکل های شماره ۵ و ۶ و جدول شماره ۲) در زاویه 15° ، مقدار DF برابر ۰,۱۳ و DA معادل ۶,۵۵ % بوده که بیشترین مقادیر در میان حالت های بررسی شده هستند و براساس ضوابط سیبسی در فاکتور DF سطح تابش کمتر از ۲ درصد سطح کلاس را دربر گرفته است و



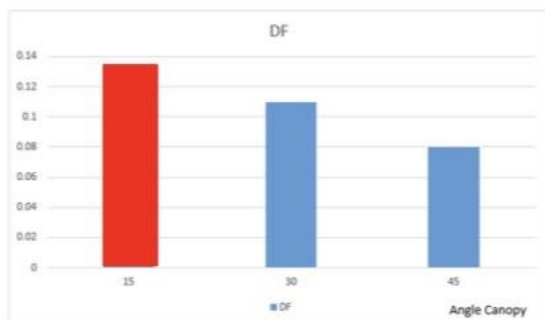
شکل شماره ۵) DGP, UDI UP, UDI_low, UDI, DA درجهبه شمالی اقلیم یزد

جدول شماره ۲) نتایج خروجی DGP, UDI UP, UDI_low, UDI, DA درجهبه شمالی اقلیم یزد

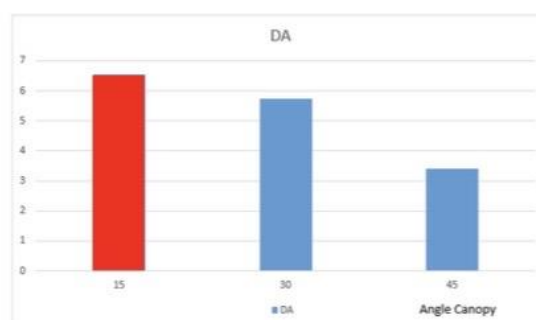
زاویه های اعمال شده	DF	DA	UDI	UDI_low	UDI_UP	DGP
15	0.13	6.55	42.58	57.41	0	0.26
30	0.11	5.75	35.00	64.99	0	0.06
45	0.081	3.40	25.46	74.53	0	0.017

یزد نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که ضمن حفظ روشنایی کافی، هنوز خطر خیرگی مزاحم وجود ندارد. در مقابل، زوایای بزرگ‌تر هرچند خیرگی را بیشتر کنترل می‌کنند، اما باعث کاهش محسوس شدت و یکنواختی روشنایی مفید در فضا می‌شوند.

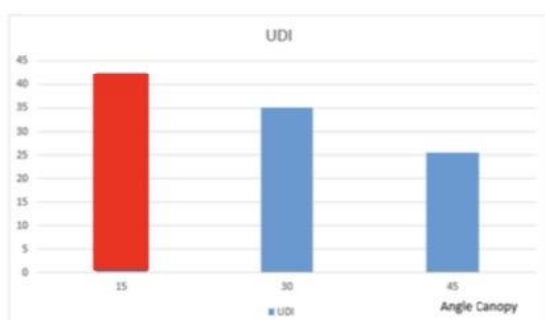
تا ۲۵ درصد می‌رسد که قابل قبول است. از سوی دیگر، شاخص DGP در همه حالت‌ها کمتر از ۰,۳ بوده است (۰,۱۷ تا ۰,۲۶) که نشان‌دهنده نبود خیرگی آزاردهنده و قرارگیری شرایط بصری در محدوده‌ی آسایش است. با توجه به مجموع نتایج، زاویه‌ی ۱۵° نسبت به سایر زوایا بهترین عملکرد را از نظر تأمین روشنایی طبیعی در تابستان اقلیم گرم و خشک



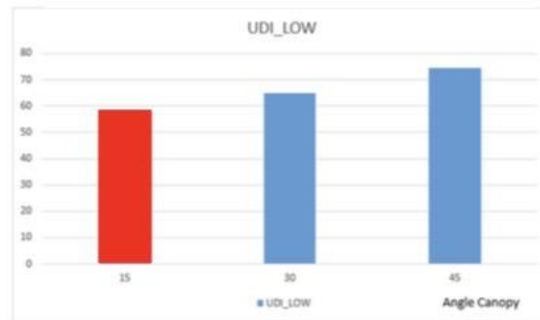
شکل DF مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد



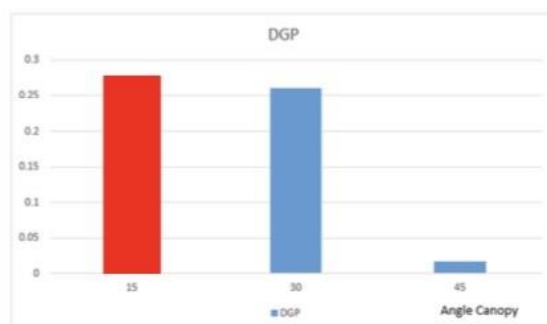
شکل DA مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد



شکل UDI مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد



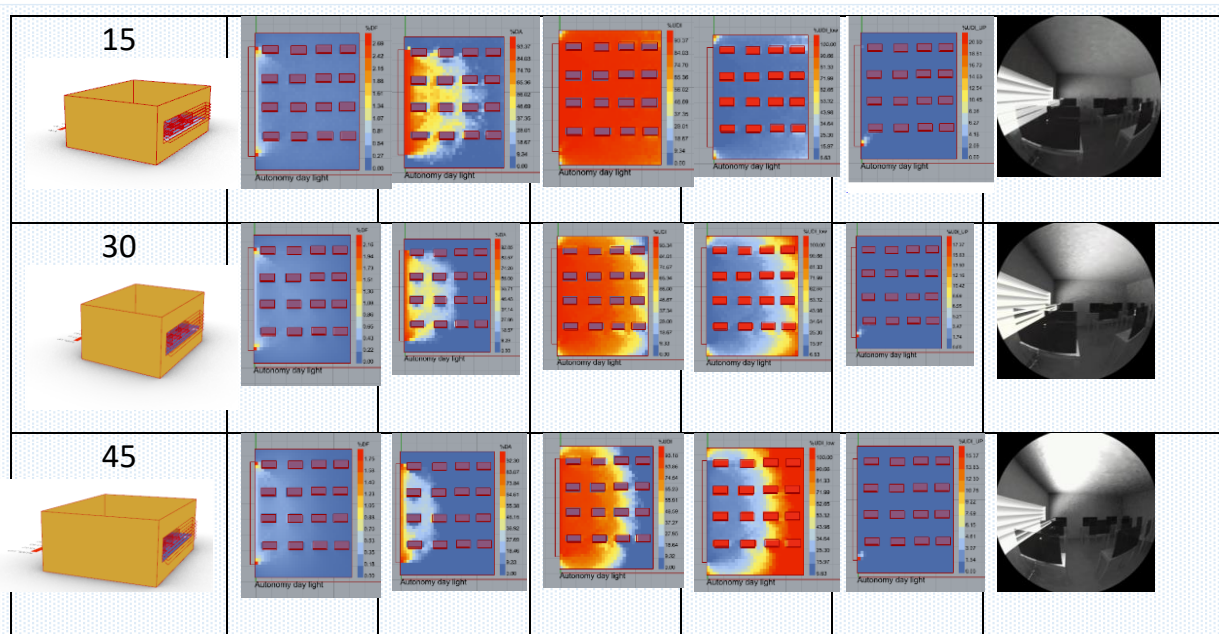
شکل UDI_LOW مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد



شکل شماره ۶) شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش زاویه‌ی سایبان ها از 15° به 45° ، میزان بهره‌مندی از نور طبیعی به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد. (شکل های شماره ۷ و ۸ و جدول شماره ۳) در زاویه 15° ، مقدار DF برابر ۰,۱۷ و DA معادل ۲۰,۷۳% به‌دست آمده است که بیشترین میزان در میان حالت‌های بررسی شده محسوب می‌شود. فاکتور DF در این جبهه کمتر از ۲ درصد سطح می باشد و DA نیز کمتر از ۵۵ درصد سطح کلاس می باشد که قابل قبول است. همچنین، شاخص UDI برابر با ۷۵,۸% بوده و بیانگر شرایط مطلوب روشنایی طبیعی در فضای آموزشی است. با افزایش زاویه‌ی سایبان ها به 30° و 45° ، مقدار UDI به‌ترتیب به ۶۱,۷۳ درصد و ۴۲,۵۵ درصد کاهش یافته و در مقابل، مقدار

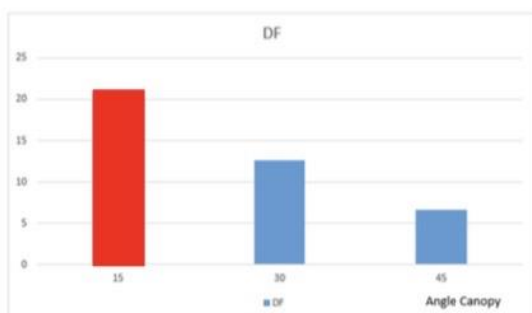
نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش زاویه‌ی سایبان ها از 15° به 45° ، میزان بهره‌مندی از نور طبیعی به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد. (شکل های شماره ۷ و ۸ و جدول شماره ۳) در زاویه 15° ، مقدار DF برابر ۰,۱۷ و DA معادل ۲۰,۷۳% به‌دست آمده است که بیشترین میزان در میان حالت‌های بررسی شده محسوب می‌شود. فاکتور DF در این جبهه کمتر از ۲ درصد سطح می باشد و DA نیز کمتر از ۵۵ درصد سطح کلاس می باشد که قابل قبول است. همچنین، شاخص UDI برابر با ۷۵,۸% بوده و بیانگر شرایط مطلوب روشنایی طبیعی در فضای آموزشی است. با افزایش زاویه‌ی سایبان ها به 30° و 45° ، مقدار UDI به‌ترتیب به ۶۱,۷۳ درصد و ۴۲,۵۵ درصد کاهش یافته و در مقابل، مقدار



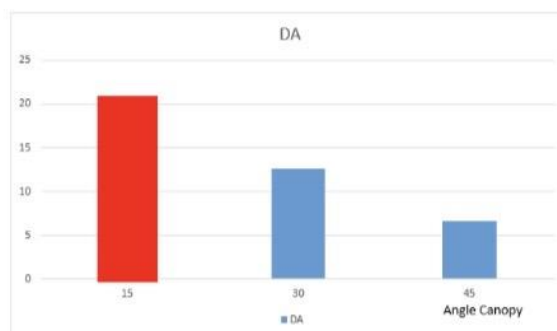
شکل شماره ۷) DF, DA, UDI_low, UDI, UDI_UP درجبهه شمالی اقلیم یزد

جدول شماره ۳) نتایج خروجی DF, DA, UDI_low, UDI, UDI_UP درجبهه شمالی اقلیم یزد

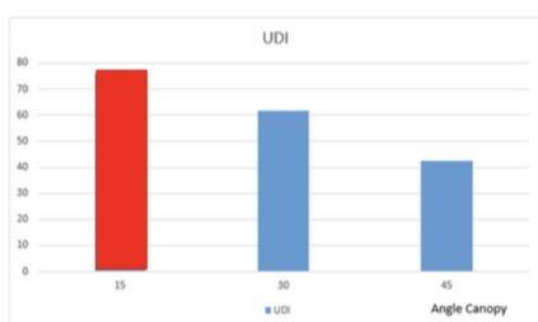
زاویه های اعمال شده	DF	DA	UDI	UDI_low	UDI_UP	DGP
15	0.17	20.73	75.80	24.14	0.048	0.22
30	0.15	12.56	61.73	38.23	0.030	0.015
45	0.11	6.59	42.55	57.42	0.02	0.062



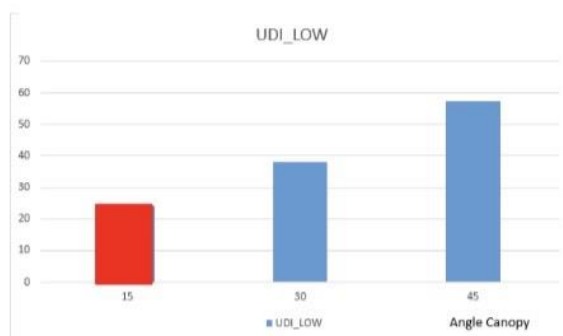
شکل DF مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد



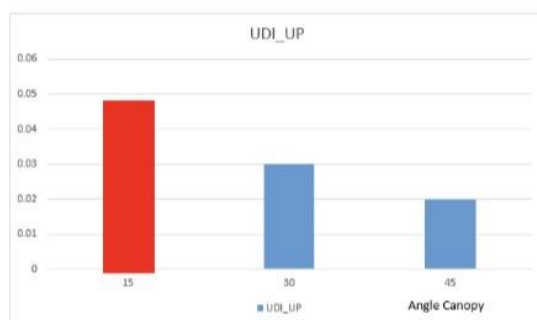
شکل DA مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد



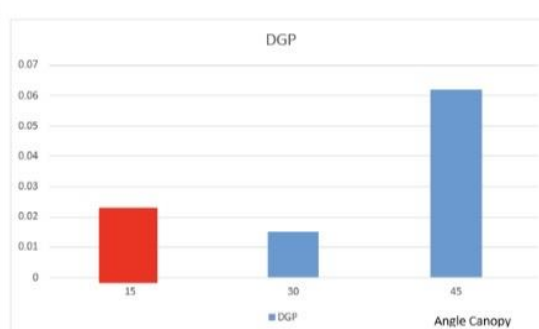
شکل UDI مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد



شکل UDI_LOW مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد



شکل UDI_UP مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد

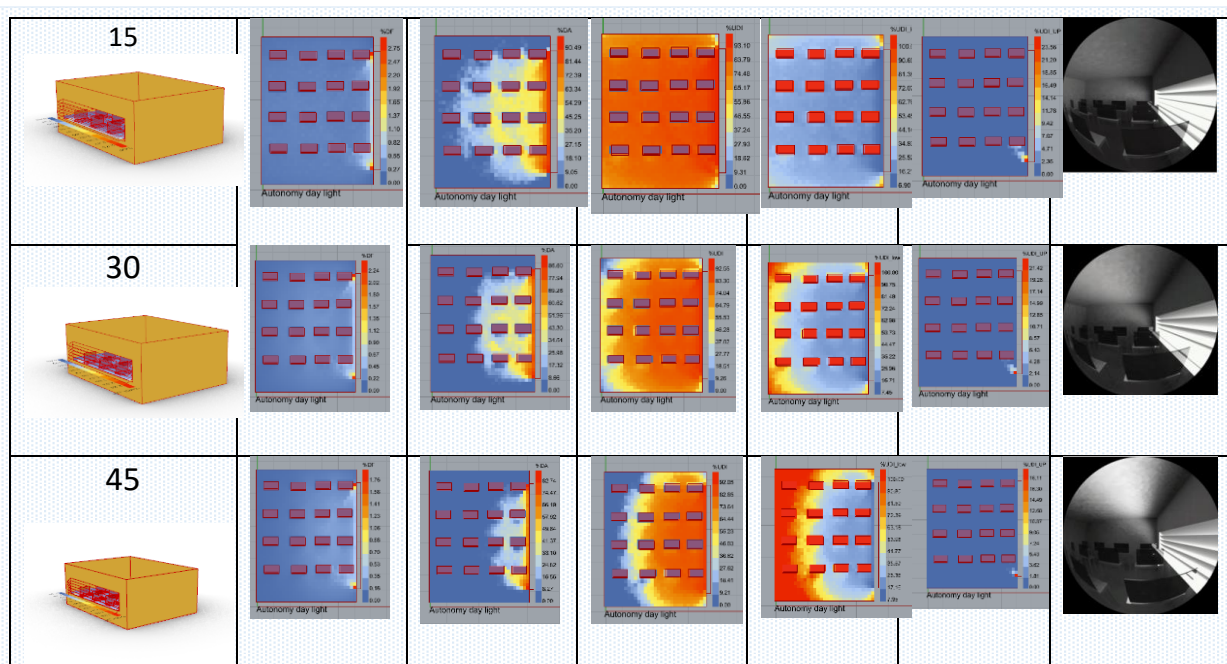


شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه غرب اقلیم یزد

شکل شماره ۸) شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد

۳۹,۴۴٪ رسیده است که حاکی از کاهش کارایی نور طبیعی و نیاز بیشتر به روشنایی مصنوعی در ساعات روز می‌باشد از سوی دیگر، مقدار UDI_{low} در زوایای بالاتر افزایش یافته است که نشان‌دهنده‌ی کاهش سطح روشنایی کافی در فضا است. در تمامی حالات، مقدار UDI_{up} کمتر از ۰,۱٪ و DGP بین ۰,۱۷ تا ۰,۲۲ بوده است؛ بدین معنا که احتمال بروز خیرگی نامطلوب بسیار پایین و در محدوده‌ی آسایش بصری قرار دارد. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که زاویه‌ی ۱۵° حفظ سطح مناسبی از روشنایی طبیعی و بدون ایجاد خیرگی محسوس، عملکرد بهینه‌تری نسبت به سایر زوایا در اقلیم گرم و خشک یزد دارد.

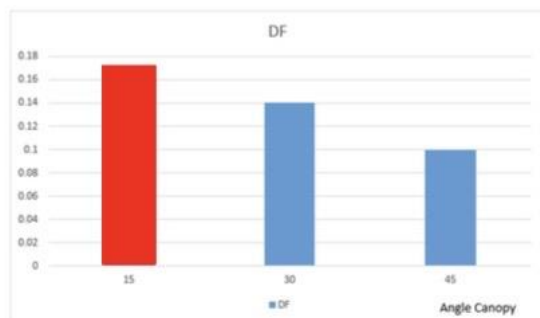
نتایج شبیه‌سازی در فصل تابستان برای اقلیم گرم و خشک یزد نشان می‌دهد که با افزایش زاویه‌ی سایبان‌ها، میزان بهره‌مندی از نور طبیعی به تدریج کاهش می‌یابد. (شکل‌های شماره ۹ و ۱۰ و جدول شماره ۴) در زاویه ۱۵°، مقدار DF برابر ۰,۱۷ و DA معادل ۱۷,۴٪ به دست آمده است. DF در بازه ۵ تا ۵۵ درصد سطح کلاس و DA کمتر از ۵۵ درصد در قابل قبول است که بالاترین میزان در میان حالت‌های بررسی شده است. همچنین، UDI در این زاویه حدود ۶۶,۸۶٪ بوده که بیانگر توزیع مناسب و مطلوب نور مفید در فضا است. با افزایش زاویه به ۳۰° و ۴۵°، شاخص‌های DF و DA به ترتیب کاهش یافته و میزان UDI به ۵۷,۵۲٪ و



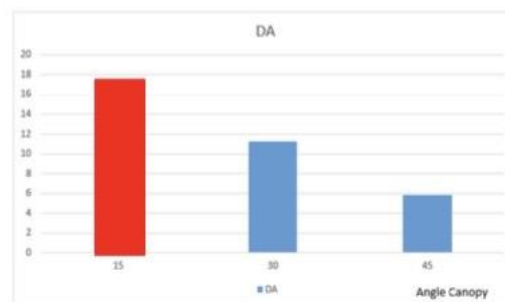
شکل شماره ۹) DF ، DA ، UDI_{up} ، UDI_{low} ، UDI ، DGP در جبهه شمالی اقلیم یزد

جدول شماره ۴) نتایج خروجی DF ، DA ، UDI_{up} ، UDI_{low} ، UDI ، DGP در جبهه شمالی اقلیم یزد

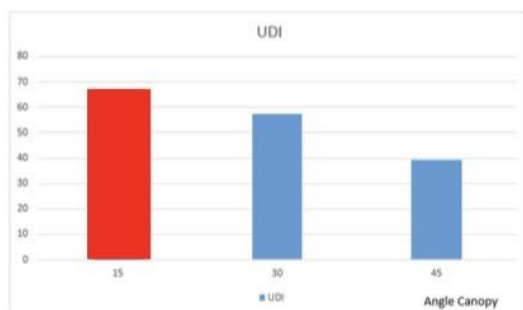
زاویه های اعمال شده	DF	DA	UDI	UDI_low	UDI_up	DGP
15	0.17	17.40	66.86	33.06	0.072	0.22
30	0.14	11.26	57.52	42.43	0.042	0.19
45	0.107	5.81	39.44	60.53	0.043	0.17



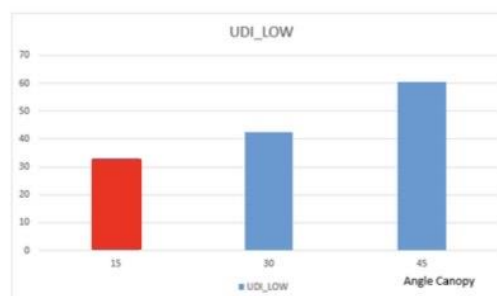
شکل DF مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد



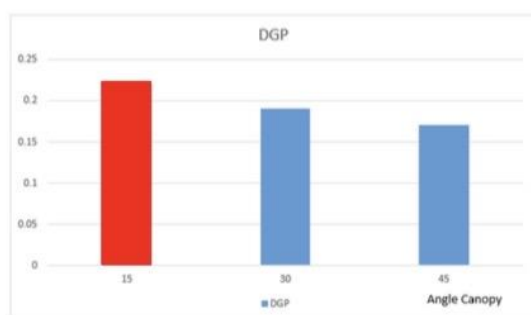
شکل DA مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد



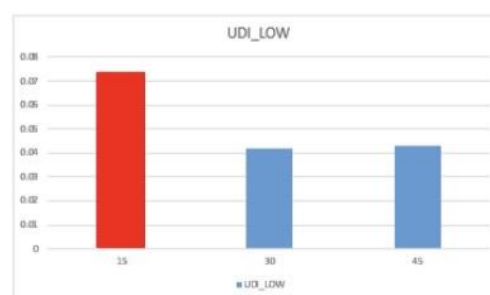
شکل UDI مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد



شکل UDI_LOW مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد



شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد



شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شرق اقلیم یزد

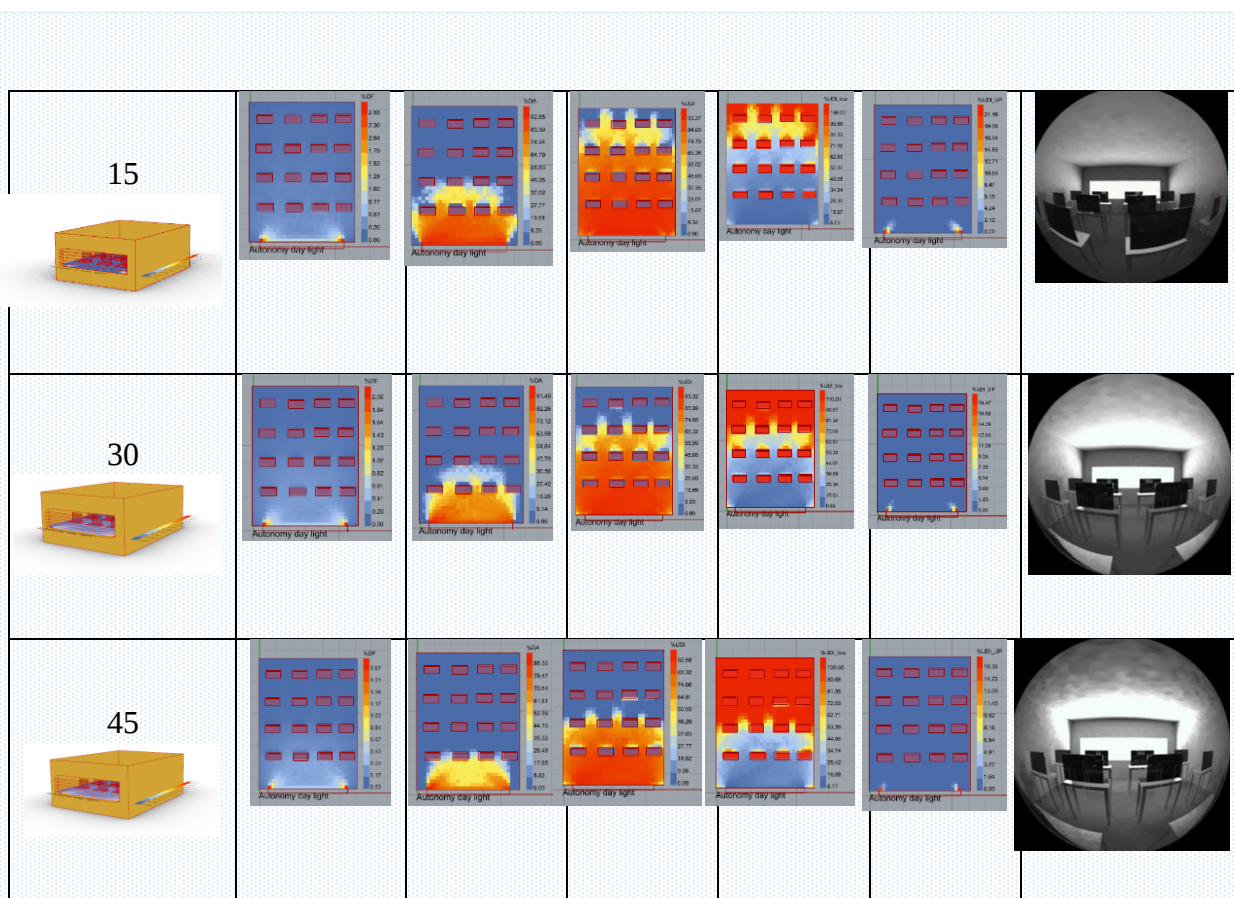
شکل شماره ۱۰) شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد

نتیجه گیری

تحلیل مقایسه‌ای چهار جبهه نشان می‌دهد زاویه ۱۵ درجه بهترین عملکرد را فراهم می‌کند و بالاترین سطح آسایش بصری، یکنواختی روشنایی و کنترل خیرگی را در تمام جبهه‌ها ایجاد می‌کند. این یافته با استانداردهای CIBSE (2014) مطابقت دارد و می‌تواند به عنوان راهنمای طراحی سایبان در اقلیم‌های گرم و خشک مورد استفاده قرار گیرد.

بررسی عملکرد سایبان در چهار جبهه ساختمان‌های آموزشی در اقلیم گرم و خشک یزد نشان می‌دهد که زاویه سایبان تأثیر مستقیم بر روشنایی، توزیع نور و آسایش بصری دارد. با افزایش زاویه سایبان از ۱۵° به ۴۵°، میزان تابش مستقیم کاهش و سهم روشنایی مطلوب (UDI) افزایش یافته و شاخص خیرگی (DGP) به حداقل رسیده است. (شکل های ۱۱ و ۱۲ و جدول ۵)

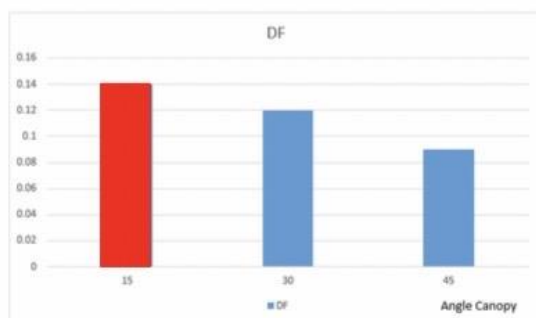
تأثیر زاویه بر عملکرد سایبان‌ها در جهت کاهش خیرگی در آلبوم‌های معماری (نمونه مطالعاتی: شهر یزد)



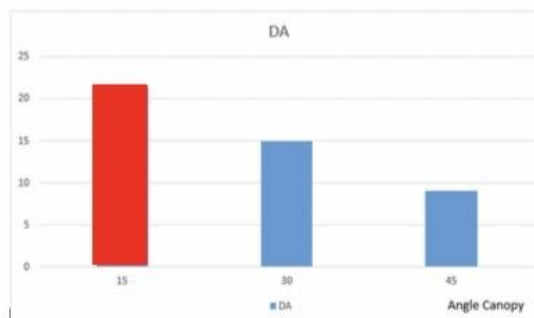
شکل شماره (۱۱) DA، DF، UDI_low، UDI_UP، UDI، DGP در جبهه شمالی اقلیم یزد

جدول شماره ۵) نتایج خروجی DA، DF، UDI_low، UDI_UP، UDI، DGP در جبهه شمالی اقلیم یزد

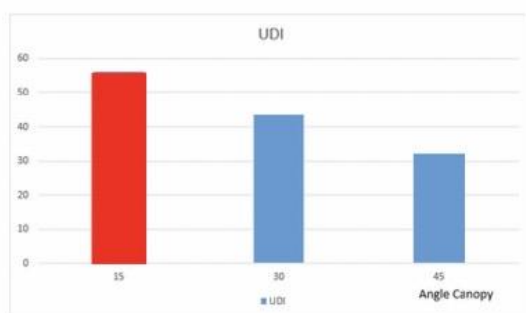
زاویه های اعمال شده	DF	DA	UDI	UDI_low	UDI_UP	DGP
15	0.14	21.43	56.07	43.81	0.11	0.28
30	0.12	14.99	43.64	56.28	0.067	0.14
45	0.09	9.11	32.18	67.77	0.039	0.028



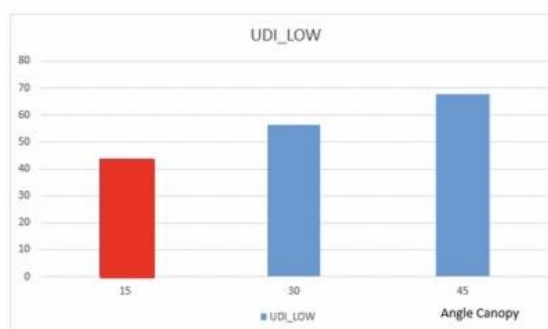
شکل DF مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد



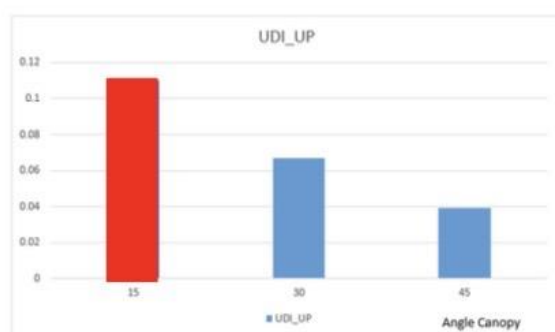
شکل DA مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد



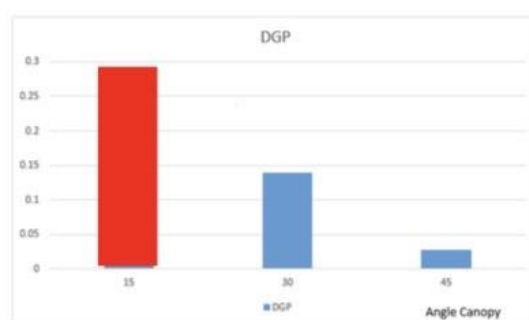
شکل UDI مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد



شکل UDI_LOW مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد



شکل UDI_UP مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد



شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه جنوب اقلیم یزد

شکل شماره ۱۲) شکل DGP مناسب ترین زاویه در جبهه شمالی اقلیم یزد



فهرست منابع:

حساسیت، مورد مطالعاتی: کلاس درس ابتدایی در تهران، دوره

۱۳، شماره ۳۱ شهریور ۱۳۹۹ صفحه ۱۴۵-۱۵۶

کارگر سارا سادات؛ دکتر محمودی زرنندی مهناز؛ دکتر خاک زند مهدی،

۱۴۰۰، بررسی تاثیر مولفه های کاربردی موثر در طراحی پنجره

های کلاس دروس عملی با تاکید بر استفاده بهینه از بازتابش

نور روز در تهران؛ فصلنامه هویت شهر؛ صفحات ۷۷ تا ۸۳

معروفی ندا، مهدوی نژاد محمدجواد، مرادی نسب حسین ۱۴۰۱

نوردوستی در ساختمان های آموزشی؛ نمونه مطالعاتی: بهینه

سازی جداره های جنوبی کلاس درس در شهر سمنان، نشریه:

نشریه علمی معماری اقلیم گرم و خشک ۱۴۰۱: دوره ۱۰، شماره: ۱۶:

صفحات: ۱۶۴-۱۸۱

ناصری حسین، امینی فارسانی زهرا، ۱۴۰۱، بهینه یابی فرم سایبان

برای بازشوهای خانه های سنتی شهر خرمآباد با استفاده از

نرم افزار Ecotect Analysis (نمونه موردی: خانه کشفی)؛ نشریه

پژوهشهای اقلیم شناسی سال سیزدهم، شماره پنجاه و یکم،

پاییز ۱۴۰۱

نصر طاهره یارمحمودی زهرا، مقایسه عملکرد انواع سایبان ثابت در

جهت کنترل نور روز ساختمان (مطالعه موردی: جبهه جنوبی

در اقلیم یزد)، نشریه: علوم و تکنولوژی محیط زیست،

۱۴۰۱: دوره ۲۴، شماره: ۵ (پیاپی ۱۲۰)، صفحات: ۳۳-۴۵

نیکزاد امیرحسین، ملک نیلوفر، غفاری عباس، ارزیابی شرایط

متغیرهای موثر بر آسایش بصری نوری در فضاهای آموزشی

دانشگاه صنعتی شاهرود، نشریه: نقش جهان، ۱۳۹۹: دوره ۱۰،

شماره: ۳، صفحات: ۱۷۳-۱۸۲

Amir Tabadkani, Saeed Banihashemi, M. Reza Hosseini Daylighting and visual comfort of oriental sun responsive skins: A parametric analysis, Building Simulation, Volume 11, pages 663-676, (2018)

Issam Khele, M'arta Szab'o A review of the effect of semi-transparent building-integrated photovoltaics on the visual comfort indoors, Developments in the Built Environment Volume 17, March 2024, 100369

Reinhart, C.F., Mardaljevic, J., Rogers, Z., 2006. Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design. Leukos 3(1), 7-31

Svetlana Olbina, Jia Hu, Daylighting and thermal performance of automated split-controlled blinds, Building and Environment, Volume 56, October 2012, Pages 127-138

Salwa M. Al-Masrani, Karam M. Al-Obaidi, Nor Azizah Zalin a, M.I. Aida Isma, Design optimisation of solar shading systems for tropical office buildings: Challenges and future trends, Solar Energy 170, 170

Yuxin Zhou a, Tomohiro Fukuda, Nobuyoshi Yabuki Automatic evaluation and analysis of indoor

اقدامی خلیل زاده رومینا، مفیدی شمیرانی سید مجید و طاهباز منصوره

ارزیابی عملکرد نورروز و آسایش بصری در بنای پیشدبستانی

شهید مهدوی تهران با رویکرد تحقق افق ۱۴۰۴، نشریه علمی-

تخصصی تبدیل انرژی (JEED)

پوراحمدی محبوبه، خانمحمدی محمدعلی و مظفر فرهنگ، ۱۳۹۸،

بهینه سازی بازشوهای ساختمانی بر اساس عملکرد خیرگی در

ساختمانهای آموزشی اقلیم گرم و خشک ایران، دوره ۷، شماره

۱ - شماره پیاپی ۱ بهار و تابستان شهریور ۱۳۹۸ صفحه

حیدری محمدصابر، بمانیان محمدرضا، شیردل امیرحسین، شاکریان

مهرانه، ۱۴۰۴، بررسی نقش و عملکرد سیستم های سایه انداز

در جهت بهینه سازی نور طبیعی در فضاهای آموزشی، طراحی

و برنامه ریزی در معماری و شهرسازی سال سوم شماره

دوم، تابستان ۱۴۰۴، صص ۱-۲۴

رضایی محمدرضا، حج فروش شهاب الدین، ارزیابی عملکرد مولفه های

آسایش بصری و رابطه آن با حس مکان (مطالعه موردی: شهر

یزد)، نشریه: پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری ۱۳۹۸

دوره: ۷، شماره: ۳، صفحات: ۵۳۳-۵۵۲

شفوی مقدم نسترن، تحصیلدوست محمد، زمردیان زهرا، بررسی

کارایی شاخص های نور روز در ارزیابی کیفیت آسایش بصری

کاربران (مطالعه موردی: فضاهای آموزشی دانشکده های

معماری شهر تهران)، نشریه: مطالعات معماری ایران، ۱۳۹۸،

دوره: ۸، شماره: ۱۶، صفحات: ۲۰۵-۲۲۸

شاهمرادی مهران، زرکش افسانه و یگانه منصور، ۱۴۰۲، بهینه سازی

مصرف انرژی و آسایش دیداری ساختمان اداری با استفاده

از سایبان های متحرک، فصلنامه معماری پایدار، سال ۱۱ شماره اول

بهار و تابستان ۱۴۰۲

صداقت لچه گورابی سمانه، حیدری شاهین، عنوان کاربرد نور روز به

عنوان مهمترین شاخص آسایش بصری در مدارس از نظر

کاربران، ۱۳۹۰، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری انرژی

فدایی اردستانی محمدعلی، ناصری مبارکی حیدر، محمد رضا آیت اللهی

زمردیان زهراسادات، ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس های

درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعه موردی: دانشکده

معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، دوره و شماره: دوره

۲۸، شماره ۴ - شماره پیاپی ۸۳، دی ۱۳۹۷

معروفی ندا، مهدوی نژاد محمدجواد، مرادی نسب حسین، ارزیابی

تاثیر فرم پنجره در کیفیت نور فضاهای آموزشی در اقلیم

BWk، دوره ۱۳۹۹، شماره ۴۳ - شماره پیاپی ۴۳ سال یازدهم |

شماره چهل و سوم | پاییز ۱۳۹۹ مهر ۱۳۹۹ صفحه ۱۲۷-۱۴۲

محمدی فیروزه، مفیدی شمیرانی سید مجید؛ طاهباز منصوره، بررسی

و تحلیل کارایی شاخص های پویای ارزیابی عملکرد نور روز

(کفایت نور روز و روشنایی مفید نور روز) از طریق تحلیل

- <https://tourkadeh.net/blogs/%D9%85%D9%88%D9%82%D8%B9%DB%8C%D8%AA-%D8%AC%D8%BA%D8%B1%D8%A7%D9%81%DB%8C%D8%A7%DB%8C%DB%8C-%DB%8C%D8%B2%D8%AF/>.
- Mabr, J. (2004). Development: A fundamental change towards a new and sustainable society. *Journal of Economic and Social Development*, 8(2), 15-28.##
- Navrátil, J., Martinát, S., Frazier, R. J., Klusáček, P., van der Horst, D., Škrabal, J., ... & Dvořák, P. (2023). Preference and paradox: Local residents' perspectives on the reuse of post-agricultural brownfield sites. *Sociologia Ruralis*, 63(3), 514-543.##
- Suchacek, j., seda, p., friedrich, v., koutsky, j., (2017). regional aspects of the development of largest enterprises in the czech republic. *technol. econ. dev. econ.* 23 (4), 649-666.##
- Sun, Y., Li, H., Lei, S., Semple, K. T., Coulon, F., Hu, Q., ... & Jones, K. C. (2022). Redevelopment of urban brownfield sites in China: Motivation, history, policies and improved management. *Eco-Environment & Health*, 1(2), 63-72.##
- Tang, W., Niu, Z., Wei, Z., & Zhu, L. (2022). Sustainable development of eco-cities: a bibliometric review. *Sustainability*, 14(17), 10502.##
- Turečková, k., nevima, j., škrabal, j., & martinát, s. (2018). uncovering patterns of location of brownfields to facilitate their regeneration: some remarks from the czech republic. *sustainability*, 10(6), 1984.##
- Zhang, x., song, y., wang, s., & qian, s. (۲۰۲۱). exploring research trends and building a multidisciplinary framework related to brownfield: a visual analysis using citespace. *complexity*, ۲۰۲۱.
- visual comfort for sustainable building design using interpretable ensemble learningAutomation in Construction** Volume 181, Part A, January 2026, 106582
- CIBSE, 2014. Lighting Guide LG10: **Daylighting – A Guide for Designers**. Chartered Institution of Building Services Engineers, London
- Mardaljevic, J., 2005. **Simulation of annual daylighting profiles for internal illuminance**. *Lighting Research & Technology* 37(2), 95-115
- Masoud Ghasaban, Parisa Mirjalili, Mansour Yeganeh **Integration of building envelope with open spaces and greenery to enhance thermal and visual comfort and energy efficiency in office buildings** Results in Engineering Volume 25, March 2025, 103660
- Muna Alsukkar a, Mohammed Alkhater b, Yuehong Su c, Adnan Ibrahim **Optimizing daylighting performance and energy efficiency through the integration of parametric split louvers in office buildings** *Energy and Built Environment* Available online 23 August 2025
- Wienold & Christoffersen, 2006; adopted in CIBSE **AM11: Building Performance Simulation**, 2015
- William O'Brien, Konstantinos Kapsis b- Andreas K. Athienitis **Manually-operated window shade patterns in office buildings: A critical review** , *Building and Environment* ۳۳۸-۲۰۱۳, ۳۱۹ ,
- Zhenxiang Linga , Xianxin Menga , Zihao Zhenga , Zheng Caoa , , Zhongwen Huc,d,
- Benyan Jiange, Guanhua Guoa, Yingbiao Chena, Zhifeng Wu 2025 **A dual-perspective evaluation framework for urban light exposure: integrating top-down visibility and bottom-up occlusion** *Information Geography* Volume 1, Issue 2, November 2025, 100031

